

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-250805  
 (43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 07-050669  
 (22)Date of filing : 10.03.1995

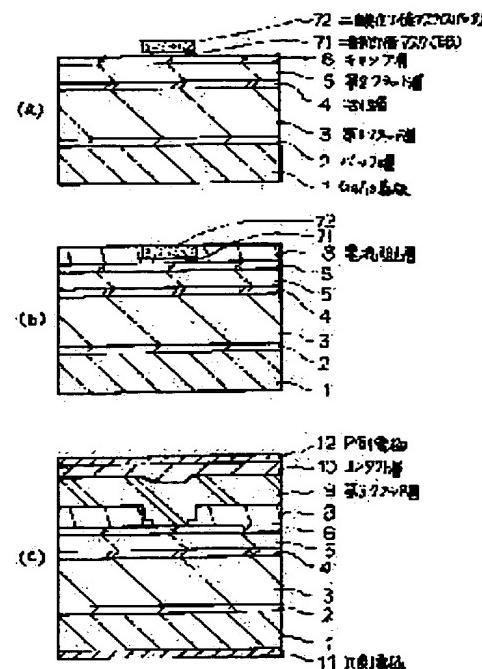
(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD  
 (72)Inventor : KURIBAYASHI HITOSHI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To increase the number of modes of a laser light spectrum to prevent the occurrence of noise due to returning light by forming the side faces of a current block layer holding a third clad layer in between so that one of the side faces in contact with a cap layer can protrude.

CONSTITUTION: After a buffer layer 2, a first clad layer 3, an active layer 4, a second clad layer 5, and a cap layer 6 are successively formed on an n-type GaAs semiconductor substrate 1, a silicon dioxide layer is formed on the cap layer 6 and stripe-like silicon oxide masks 71 and 72 are formed. Then a current block layer 8 is formed by using the masks 71 and 82 for selective growth. After the layer 8 is formed and the masks 71 and 72 are removed, a third clad layer 9 and contact layer 10 are successively formed on the layer 8 and nand p-type electrodes 11 and 12 are respectively formed on the lower surface of the substrate 1 and the surface of the contact layer 10. Therefore, a semiconductor laser element thus constituted can self-oscillate laser light, because the thin current block layer 8 is constituted in such a way that a thin current block layer is stuck to a thick current block layer, and the coherence of the laser light can be lowered and the quantity of returning light can be reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-250805

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H01S 3/18

識別記号

府内整理番号

F I

H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全4頁)

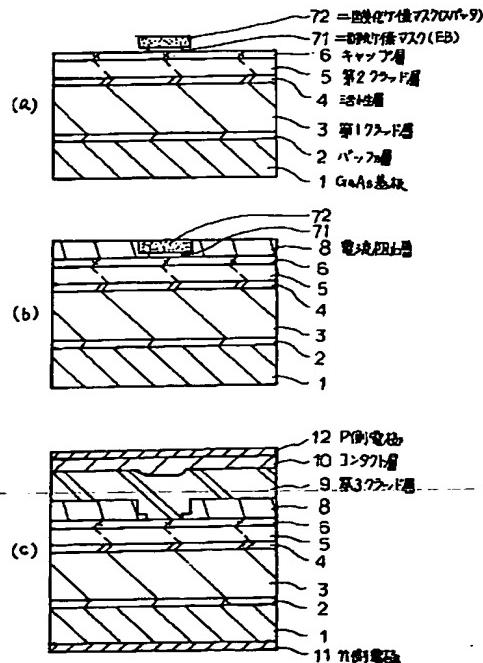
(21) 出願番号	特願平7-50669	(71) 出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)3月10日	(72) 発明者	栗林 均 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 山口 嶽

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ素子およびその製造方法

## (57) 【要約】

【目的】 レーザ光の可干涉性が低く、戻り光ノイズの発生が少ないマルチモードスペクトルの半導体レーザ素子を提供する。

【構成】 第一導電型の半導体基板1の一主面上に第一導電型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asからなる第1クラッド層3、バッファ層2、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As ( $1>x>y>0$ )からなる活性層4、第1導電型とは逆の導電型である第2導電型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asからなる第2クラッド層5を有し、第2クラッド層5にはへき開面に垂直に2分割されている第1導電型のGaAs電流阻止層8第2導電型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asからなる第3クラッド層9が順次積層されてなる半導体レーザ素子において、電流阻止層8の第3クラッド層9を挟んでいる側面の形状は電流阻止層8のキャップ層6と接する側が突出している階段状であり、2つの二酸化ケイ素層のエッチングレートの差を利用した階段状マスク71、72を用いて製造する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第一導電型の半導体基板の一主面上に第一導電型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第1クラッド層、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $1 > x > y > 0$ ) からなる活性層、第1導電型とは逆の導電型である第2導電型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第2クラッド層を有し、第2クラッド層にはへき開面に垂直に2分割されている第1導電型のG a A s 電流阻止層および一部をこれら2つの電流阻止層によって密着して挟まれる第2導電型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第3クラッド層が順次積層されてなる半導体レーザ素子において、電流阻止層の第3クラッド層を挟んでいる側面の形状は電流阻止層のキャップ層と接する側が突出している階段状であることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】請求項1に記載の半導体レーザ素子の製造方法において、エッティングレートの異なる2層の酸化ケイ素層を同一のエッチングによって側面を階段状に形成し、このマスクを用いて電流阻止層を選択成長する工程を含むことを特徴とする半導体レーザ素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる活性層を有し、近赤外光を出射する半導体レーザ素子およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に半導体レーザ素子が、回折限界である  $1 \mu\text{m}$  程度の微小スポットに光を絞り込む必要のあるコンパクトディスク(CD)やビデオディスク(VD)等へ適用できるためには、以下の点が重要である。まず、光の損失とむだな再結合を最小とするため特定領域に光エネルギーおよび注入電流を閉じ込める構造を持たなければならない。さらに、半導体レーザの活性層に平行方向の光を閉じ込める横モードの制御を行わなければならない。

【0003】これらの条件を満たし得る構造の一例として、S A S構造(Self-Aligned Structure)のレーザ素子がある。図2は従来のS A S構造の半導体レーザ素子のへき開面からみた断面図である。 $n$ 型GaAs半導体基板1の上に $n$ 型AlGaAsからなるバファー層2、 $n$ 型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第1クラッド層3、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層4、 $p$ 型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第2クラッド層5、 $p$ 型GaAsからなるキャップ層6を順次積層されている。その上に、 $n$ 型GaAsからなり、へき開面に垂直で狭い間隔だけ離れて2分割されている電流阻止層8およびこの2つの電流阻止層8に挟まれている $p$ 型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第3クラッド層9が積層されている。この電流阻止層8に挟まれている第3クラッド層9の狭い領域がストライブであり、全駆動電流はストライブを流れる。さらに、素子面全体に $p$ 型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第3クラッド層9、続いて $p$ 型G a A s からなるコンタクト層10が積層されている。そして、 $n$ 側電極11が

ウェハ裏面に、 $p$ 側電極12がコンタクト層10上に形成されている。同様の構造で導電型を逆にした半導体レーザ素子を作製することも可能である。

【0004】このような半導体レーザ素子がコンパクトディスクやビデオディスクへ適用される場合には、ピックアップ光学系が構成される。ピックアップ光学系では、半導体レーザ素子を点光源として放射された光束はレンズによりディスクのピット面に集光され、反射して光路を逆行し、ビームスプリッタにより分けられ一部は光検出素子へ入り情報として処理され、一部は半導体レーザ素子へ戻る。

【0005】この戻り光により半導体レーザ素子の共振器内の光密度が変化し、最適縦モードが変わり、レーザ光の強度が不規則に変動するノイズが発生する事が知られている。このような戻り光ノイズはディスクのピット長さを誤って伝達し、デジタル情報の読み取りエラーにつながる。共振器長(2つのへき開面間の光学距離)により定まる縦モード光が多数同時に発振する(マルチモード発振という)半導体レーザ素子には、このような戻り光ノイズが低いものがあることは知られている。また、戻り光ノイズはレーザ光の可干渉性と相関があることも知られている。

【0006】可干渉性の測定は戻り光ノイズの測定よりも簡便であり、半導体レーザ素子の選別法として採用されている。この測定は一方が半透明な2枚の平行に設置されたミラーに垂直にレーザ光を導入し、2枚のミラー間を往復し干渉した後半透明なミラーから出て来る出力光強度を測定し、ミラー間隔に対する出力光強度を求めるものである。ミラー間隔を変えていく、レーザ光の最強モード光に対して最高出力光強度ピークと次のピークの出力光強度との比を可干渉性(単位%)と定義する。

【0007】実用上問題のない戻り光ノイズは、可干渉性が95%以下に対応すると言われている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、例えば、上記のS A S構造において、光共振器の特性を変えるために、活性層の厚さ、第1、第2クラッド層の不純物添加濃度および電流阻止層間隔を種々変えて可干渉性を95%以下に常にすることは困難であった。また、低戻り光ノイズと低い発振開始電流とを確実に両立できる半導体レーザ素子構造については開示されていない。

【0009】本発明の目的は、上述の点に鑑み、レーザ光スペクトルのマルチモード化を図り、光学情報記録再生装置のピックアップ光学系に用いた場合、戻り光ノイズの発生が少ない半導体レーザ素子を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明では、第一導電型の半導体基板の一主面上に第一導電型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第1クラッド層、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$

$\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  ( $1 > x > y > 0$ ) からなる活性層、第1導電型とは逆の導電型である第2導電型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第2クラッド層を有し、第2クラッド層にはへき開面に垂直に2分割されている第1導電型の $\text{GaAs}$ 電流阻止層および一部をこれら2つの電流阻止層によって密着して挟まれる第2導電型の $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第3クラッド層が順次積層されてなる半導体レーザ素子において、電流阻止層の第3クラッド層を挟んでいる側面の形状は電流阻止層のキャップ層と接する側が突出している階段状であるものとする。

【0011】上記半導体レーザ素子の製造方法は、エッチングレートの異なる2層の酸化ケイ素層を同一のエッチングによって側面を階段状に形成し、このマスクを用いて電流阻止層を選択成長する工程を含むと良い。

#### 【0012】

【作用】前記の従来の半導体レーザ素子においては、電流阻止層は充分厚いため、活性層のストライプの真下の領域は周囲よりも屈折率が小さくなってしまい、そこが光導波路となっている。しかし、本発明の半導体レーザ素子では、厚さの薄い電流阻止層が厚い電流阻止層に付加されて張り出されている構造としたため、薄い電流阻止層で制限される電流の幅は光導波路の幅より狭い。そのため、光導波路の中央の大部分がレーザ発振しているとき、光導波路の両側には中央から来るレーザ光量とキャリア供給との関係が不安定となり、レーザ発振が断続的（自励発振という）になる領域が生じ、これが核となって、光導波路全体のレーザ発振が断続的になる。この断続の周波数は極めて高く、レーザ発振は直流状にみえる。このような自励発振の場合、発振スペクトルはマルチモードであり、レーザ光の可干渉性は低くなることは知られている。

【0013】本発明の製造方法においては、EB法で形成した二酸化ケイ素膜と約1/20倍のエッティングレート比を持つスパッタ法で形成した二酸化ケイ素膜とを積層しているので、1回のエッチングによって同時に側面が階段状のマスクを形成することができる。また、このマスクを用いて電流阻止層を選択成長するので、電流阻止層はこのマスクの下にも回り込んで成長し、所定の階段形状を形成することができる。

#### 【0014】

【実施例】次に本発明の一実施例を説明する。図1は主な製造工程後のウェハの1素子分の模式図であり、(a)二酸化ケイ素層ストライプ形成後の断面図、(b)電流阻止層成長後の断面図、(c)電極形成後の断面図（半導体レーザ素子の断面図でもある）である。

【0015】本発明の半導体レーザ素子を製造工程に沿って説明する。まず、n型 $\text{GaAs}$ 半導体基板1の上に厚さ0.2μmのn型 $\text{AlGaAs}$ からなるバッファー層2、厚さ1.5μmのn型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第1クラッド層3（キャリア濃度 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ (y<

x) からなりノンドープの厚さ0.08μm 活性層4、p型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる厚さ0.4μm 第二クラッド層5（キャリア濃度 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）、p型 $\text{GaAs}$ からなる厚さ0.01μm キャップ層6（キャリア濃度 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）をMOCVD法で順次形成する。その上に厚さ0.04μm 二酸化ケイ素層をEB蒸着法により、更に厚さ0.10μm 二酸化ケイ素層をスパッタ法により積層する。EB法で形成した二酸化ケイ素膜はスパッタ法で積層した二酸化ケイ素膜の20倍のエッティングレートを持つ。

- 10 10 【0016】通常のバーニングにより、幅3.5μmのストライプ状酸化ケイ素マスク7を形成する（図1(a)）。エッティングレートの差により、バーニング後ストライプ状酸化ケイ素マスクの端は図の様に階段状になっており、下の二酸化ケイ素膜の幅は3.0μmであった。次いで、酸化ケイ素マスク7を選択成長用マスクとして利用し、減圧の有機金属化学気相成長法(MOCVD法)により、厚み0.15μmのn型 $\text{GaAs}$ （キャリア濃度 $6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）よりなる電流阻止層8を形成する（図1(b)）。次いで、酸化ケイ素マスク7を除去し、厚さ1.1μmのp型 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなる第三クラッド層9（キャリア濃度 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）、厚み5μm p型 $\text{GaAs}$ よりなるコンタクト層10（キャリア濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ）を順次形成し、最後に、n型電極11をウェハ裏面に、p型電極12をコンタクト層10に形成する（図1(c)）。

- 20 20 【0017】上記の製造工程の後、個別のレーザ素子は、ウェハを（図1の紙面に平行に）へき開しバーとし、さらにこのバーをスクリュードして得られる。なお、動作電流は電流阻止層8の間のストライプ部を流れ、電流阻止層8には流れない。本実施例によって製造された半導体レーザ素子では、自励発振により、レーザ光スペクトルモードはマルチモードとなり、可干渉性は90%以下に下がり、外部の光学系からの戻り光の影響を受けがたく、ノイズの発生を低減させることができた。

#### 【0018】

【発明の効果】本発明によれば、本発明の半導体レーザ素子では、厚さの薄い電流阻止層が厚い電流阻止層に付加されて張り出されている構造としたため、レーザ発振は自励発振となり、レーザ光の可干渉性は90%以下と低くなり、戻り光が低く、光ディスク装置に適用し易い。

- 30 30 【0019】本発明の製造方法においては、エッティングレートの違う、EB法とスパッタ法による二酸化ケイ素膜との積層膜を1回のエッティングによって階段状マスクに形成し、このマスクを用いて階段状電流阻止層を形成するので、所定の自励発振半導体レーザ素子を容易に製造することができる。また、エピタキシャル成長回数は従来と同じ3回でよいため、ドーバントの拡散、界面のだれも従来レベルに抑えることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明係る主な製造工程後のウェハの1素子分の模式図であり、(a)二酸化ケイ素層ストライプ形成後の断面図、(b)電流阻止層成長後の断面図、(c)電極形成後の断面図(半導体レーザ素子の断面図でもある)

【図2】従来のS A S構造の半導体レーザ素子のへき開面からみた断面図

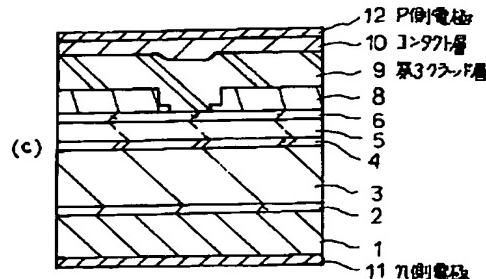
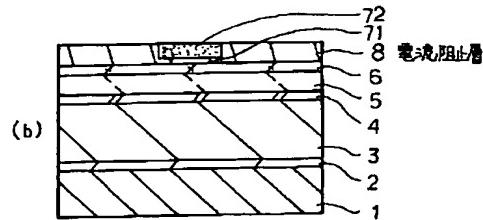
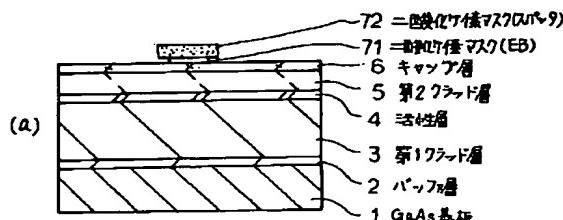
【符号の説明】

- 1 n型GaAs半導体基板
- 2 バッファ層
- 3 第一クラッド層

- \* 4 活性層
- 5 第二クラッド層
- 6 キャップ層
- 7 1 酸化ケイ素マスク(E B蒸着法により形成)
- 7 2 酸化ケイ素マスク(スパッタ法により形成)
- 8 電流阻止層
- 9 第三クラッド層
- 10 コンタクト層
- 11 n型電極
- 12 p型電極

\*

【図1】



【図2】

